Vergleichende neurographische Untersuchungen am Nervus Ulnaris und am Nervus Medianus

Hans-Jürgen Höckele

1981

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546803_0029

Aus der Neurologischen Klinik der Universität München
Direktor: Prof. Dr. A. Schrader

Vergleichende neurographische Untersuchungen am Nervus Ulnaris und am Nervus Medianus

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Hans-Jürgen Höckele
aus
Wangen im Allgäu

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. A. Schrader

Mitberichterstatter:

Dekan: Prof. Dr. med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 11. 6. 81

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

DISSERTATIONS - UND FOTODRUCK FRANK GmbH
8000 München 2, Gabelsbergerstraße 15, Tel. 2809090

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
I.	Einleitung	2
II.	Material und Methode	7
III.	Ergebnisse	12
IV.	Diskussion	24
V.	Zusammenfassung	29
VI.	Tabellen, Abbildungen, Anhang	30
VII.	Literaturverzeichnis	47

I. EINLEITUNG

Vor mehr als hundert Jahren ermittelte von Helmholtz als erster die Nervenleitgeschwindigkeit und schuf damit die Anfänge der Neurographie, die bis heute auf dem Prinzip seiner Methode basiert. Helmholtz und Baxt (1867-1870) ermöglichten die Bestimmung der Nervenleitgeschwindigkeit auf indirektem Wege, da sich elektroneurographische Untersuchungen am peripheren Nerven selbst - Eichler führte solche 1937 durch - äußerst schwierig gestalten.

Der günstige Verlauf der langen Extremitätennerven - zum Teil knapp unter der Hautoberfläche - machte sie einer oberflächlichen Reizung besonders zugänglich. Helmholtz und Baxt reizten den Nerv an zwei möglichst entfernt liegenden Punkten und registrierten die Reizantwort durch mechanische Aufzeichnung der Muskelkontraktion. Aus der Differenz der Leitzeiten und dem Abstand der beiden Reizpunkte ließ sich die motorische Nervenleitgeschwindigkeit errechnen.

Die Elektroneurographie selbst fand ihren Beginn in den fundamentalen Untersuchungen von Hodes, Larrabee und German (1948). Sie brachten als erste die Muskelaktionspotentiale oszillographisch zur Aufzeichnung.

Hiermit war die Voraussetzung dafür gegeben, durch verbesserte Technologie der angewandten Geräte eine klinisch verwertbare Methode zu schaffen, um mit

verhältnismäßig kleinem zeitlichen und technischen Aufwand bei geringer Belastung des Patienten durch Stimulation anatomisch günstig gelegener peripherer Nerven und Errechnung von Leitgeschwindigkeiten als Parameter peripherer neurologischer Erkrankungen, optimal verwertbare Ergebnisse zu erzielen.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse früherer Autoren fallen in sämtlichen Untersuchungsreihen die großen Schwankungsbreiten der Einzelergebnisse auf, die zum Teil - am Beispiel des nervus ulnaris demonstriert - bei einigen Untersuchern (Redford 1958, Corbat 1961) bis zu 33 m/sec streuen. Durch diese Streubreite wird bedingt, daß sich die Abgrenzung der pathologischen Werte von Normalwerten in Grenzfällen äußerst schwierig gestaltet.

Die Faktoren, die bei dieser Schwankungsbreite beim gesunden Menschen eine Rolle spielen, sind von den verschiedensten Autoren definiert worden.

Wagman und Lesse wiesen 1952 eine Altersabhängigkeit der Nervenleitgeschwindigkeit nach. Ergänzende Arbeiten von Wagman (1954), Cerra und Johnsen (1962) zeigten einen Anstieg der Leitgeschwindigkeiten bis zum 6. Lebensjahr, worauf bis zum 42. Lebensjahr eine konstante Phase folgte, danach die Werte wieder signifikant absanken.

Mulder und Mitarbeiter bestätigten diese Ergebnisse 1962.

Auch die Temperatur des den Nerven umgebenden Gewebes als äußerer Faktor spielt eine nicht unbedeutende Rolle, was auch vom Kaltblütler her bekannt ist (Buddenbrock 1953). Wagman und Lesse errechneten eine Reduktion der Leitgeschwindigkeit um 7 m/sec bei einer Abkühlung um 3 ° C. Henriksen (1956) und Corbat (1961) bestätigten diese Ergebnisse. Corbat stellte 1961 bei dieser Studie auch ein unterschiedliches Tagesprofil der Nervenleitgeschwindigkeit fest - bis zu 18 m/sec bei derselben Versuchsperson.

Auch ein Mißverhältnis zwischen tatsächlichem und oberflächlich bestimmtem Nervenverlauf wurde von Simpson (1956) und Carpendale (1956) diskutiert.

Von mehreren Autoren (Hopf 1963, Kaeser 1970, Neundörfer, Adler 1972) wird die Verwendung von Nadelelektroden als Quelle für die große Streubreite angegeben, da von diesen Elektroden nur ein sehr kleiner Bereich abgegriffen wird und somit die Möglichkeit besteht, daß die Nadelspitze gerade das Potential einer langsam leitenden Faser aufzeichnet. Es könne sogar, wenn die Nadel nicht in der Endplattenzone liegt, eine Verlangsamung der Nervenleitung vorgetäuscht werden, da die Fortleitung des Potentials in der

Muskelfaser mit 4 - 6 m/sec relativ langsam vonstatten geht.

Aus all diesen Faktoren resultiert die physiologische Schwankungsbreite der motorischen Nervenleitgeschwindigkeit. Obwohl spätere Untersucher diese mannigfaltigen Faktoren in Betracht zogen, waren auch ihre ermittelten Streubreiten immer noch sehr erheblich.

Unter Berücksichtigung dieser Schwankungsbreite wurden in der nachfolgenden Arbeit unter klinischen Routinebedingungen die Nervenleitgeschwindigkeiten des Nervus Ulnaris und des Nervus Medianus ermittelt, mit der Zielsetzung, zu untersuchen, ob sich eine signifikante Korrelation zwischen den beiden Nervenleitgeschwindigkeiten oder anderen Parametern im individuellen Vergleich dieser beiden Nerven ergibt. Wäre dies der Fall, könnte man im Verdachtsfalle pathologischer Leitgeschwindigkeitswerte eines dieser beiden Nerven die entsprechenden Werte des anderen, gesunden Nerven ermitteln und mittels des korrelativen Zusammenhangs auf ein pathologisches Geschehen schließen.

Da klinisch oft die distale Latenzzeit von ausschlaggebender Bedeutung ist, sollte auch überprüft werden, in wie weit eine Korrelation zwi-

schen distaler Latenzzeit und Entfernung des distalen Reizpunktes von der Nadelelektrode einerseits und der tatsächlichen motorischen Geschwindigkeit andererseits bestand.

II. MATERIAL UND METHODE

Die Untersuchungen wurden unter klinischen Routinebedingungen an 20 - 3 weiblichen und 17 männlichen - Versuchspersonen im Alter von 17 - 32 Jahren durchgeführt. Das Durchschnittsalter betrug 27,25 Jahre. Die Probanden waren klinisch unauffällig und ohne anamnestischen Anhalt für Stoffwechselkrankheiten, neurologische oder andere, die Untersuchung möglicherweise beeinflussende Erkrankungen. Ebenso war bei keinem der Probanden eine chronische Einnahme von Medikamenten zu eruieren.
Die Leitgeschwindigkeit wurde, wie von Magladerly und McDougal 1950 beschrieben, bestimmt: "Der Nerv wird an zwei möglichst weit auseinander liegenden Orten gereizt und das jeder Reizung zugehörige Muskelaktionspotential aufgezeichnet. Aus der Differenz der Überleitungszeiten und der Strecke zwischen beiden Reizorten errechnet sich die Leitgeschwindigkeit in Metern pro Sekunde. Die Überleitungszeit wird vom Reizeinbruch bis zum Beginn des Muskelaktionspotentials gemessen, welche als verlässlichste Bezugspunkte gelten können."

Beide hier zu untersuchenden Nerven, sowohl der n.ulnaris als auch der n.medianus treten in ihrem Verlauf abschnittsweise relativ dicht unter die Haut und werden so perkutaner elektrischer Reizung zugänglich. Als günstigste Reizorte, die auch die oben erwähnte Forderung nach größt-

möglicher Entfernung erfüllen, bieten sich beim n.ulnaris die Handwurzel neben der Sehne des m. flexor carpi ulnaris und sein Knochenkanal am epicondylus humeri ulnaris an.
Beim n.medianus befinden sich die günstigsten Reizorte an der medialen Handwurzel unter der Sehne des m.palmaris longus und im sulcus bicipitis.
Die Haut wurde über den Reizstellen sorgfältig gereinigt. Die Reizelektroden wurden vor jeder Stimulation zur Verbesserung der elektrischen Leitfähigkeit mit handelsüblicher Elektrodenpaste präpariert.
Durchschnittlich wurde jeder Nerv distal wie proximal fünfmal gereizt.
Zur Stimulation wurden handelsübliche bipolare Oberflächenelektroden mit Filzringen verwendet, die an den oben beschriebenen Stellen mit der Hand aufgesetzt und fixiert wurden. Da die Kathode nicht gekennzeichnet war, wurde darauf geachtet, daß die Elektroden stets in gleicher Weise aufgesetzt wurden, wobei die Markierung so erfolgte, als ob der Stromimpuls von der Mitte zwischen beiden Elektroden käme. Die Erdungselektrode wurde mit Wasser angefeuchtet und um die Mitte des rechten Unterarms gelegt. Da alle Probanden in unserem Kollektiv Rechtshänder waren, fand die Untersuchung in allen Fällen auch am rechten Arm statt.

Zur Impulsgebung und Aufzeichnung diente ein handelsüblicher DISA - Einkanalmyograph. Er lieferte Rechteckimpulse von 1 msec Breite und einer Folgefrequenz von 1/sec (1 Hz.). Die Stromstärke des Stimulus wurde von Schwellenstärke bis zu supramaximaler Reizstärke gesteigert. Mit einer Endspannung von 50 V konnte stets supramaximale Reizung erreicht werden.

Die Ableitung erfolgte jeweils aus einem zugehörigen Handmuskel - beim n.ulnaris aus dem m.interosseus dorsalis I, beim n.medianus aus dem m.opponens pollicis - mittels einer handelsüblichen ko-axialen Nadelelektrode. Nach erfolgter Desinfektion der Ableitstelle wurde die sterile Nadel der Ableitelektrode durch rasches Einstechen in die Mitte des Muskelbauches angelegt. Bei richtiger Lage ist durch mechanisch ausgelöste Potentiale einzelner Muskelfasern Einstichaktivität zu hören (bei "OPEN" - Stellung des Geräts).

Zuerst erfolgten bei jedem Probanden die Messungen am n.ulnaris, wobei wieder zuerst am distalen Reizort, dann am proximalen stimuliert wurde. Entsprechend wurde beim n.medianus vorgegangen.

Nachdem die auf dem Untersuchungsbett liegenden Probanden zu weitmöglichster Entspannung aufgefordert waren, wurde am distalen Reizort

nach kurzem Reiz (1 msec) zügig bis supramaximal gereizt.
Nach 4 - 5 Reizen konnte der Beginn der Abweichung des Strahles genau eruiert werden. Die Justiermarke einer über dem Bildschirm des Oszillographen verschiebbaren Markierungseinrichtung wurde auf das klar abgesetzte "Take off" des evozierten Muskelaktionspotentials von der Grundlinie eingestellt, die dazugehörige Latenzzeit (distal) in msec digital abgelesen und notiert. Danach erfolgte eine Markierung des distalen Reizortes und die Messung und Notierung des Abstandes zur Ableitelektrode in cm.

Nach erfolgter Änderung des "Kipp" auf 16 msec wurden in analoger Weise die proximalen Latenzzeiten durch Stimulierung am proximalen Reizort ermittelt, und die Entfernung vom proximalen zum distalen Reizort gemessen. Auch diese beiden Daten wurden notiert.

Auf diese Weise erfolgten zuerst bei jedem Probanden die Messungen am nervus ulnaris. Nach Beendigung der Messungen und Anlegen einer neuen Ableitelektrode in dem obengenannten, dem Medianus - Innervationsbereich zugehörigen Muskel und Stimulation an den distalen und proximalen Medianus - Reizorten wurden die analogen Daten für den n.medianus ermittelt.

Die Untersuchungen dauerten pro Versuchsperson ca. 15 Minuten und wurden bei konstanter Zimmertemperatur des Untersuchungsraumes von 24 ° C jeweils zwischen 17 ^{00} und 20 ^{00} Uhr durchgeführt und von den Probanden nicht als sehr unangenehm empfunden.

III. ERGEBNISSE

Die Tabelle I zeigt die bei den Untersuchungen erhaltenen Meßwerte für die nervi ulnaris und medianus, die als Ausgangswerte für die folgenden Berechnungen dienen werden.

Die motorische Nervenleitgeschwindigkeit NLG (m/sec) wurde nach der Formel

$$\frac{\text{Distanz zwischen prox. u. dist. Reizort}}{\text{prox. Latenz minus dist. Latenz}}$$

errechnet und in Tabelle 2 mit der jeweiligen individuellen Differenz zwischen NLG des medianus (V_M) und der NLG des ulnaris (V_U), der Differenz DV = $V_M - V_U$, eingetragen.
In Tabelle 3 erfolgte eine Zusammenstellung der Meßwerte und Leitgeschwindigkeiten der Größe nach geordnet.

Die aus den am nervus ulnaris gewonnenen Meßwerten errechneten motorischen Nervenleitgeschwindigkeiten variierten zwischen 50 m/sec und 64,3 m/sec, bei einer Variationsweite von 14,3 m/sec. 12 Werte befinden sich im Bereich von 50 - 56 m/sec, die übrigen 8 im Bereich von 58 - 66 m/sec (siehe Abb. 1). In den Bereich zwischen 56 - 59 m/sec fällt kein NLG-Wert, obwohl in eben diesen Bereich der arithmetische Mittelwert $\bar{x}$ mit 56,53 m/sec fällt.
Als weitere statistische Maßzahlen (siehe auch Tabelle 4) neben der Variationsweite von 14,3 m/sec und dem obengenannten arithmetischen Mittel lassen sich der Median Z mit 54,85 m/sec, die

Standardabweichung s mit 4,57 und ein Variationskoeffizient VK von 8,1 % errechnen.

Beim nervus medianus verteilen sich die Werte der errechneten motorischen Nervenleitgeschwindigkeit ziemlich gleichmäßig zwischen 55,6 m/sec als Minimum und einem Maximalwert von 67,9 m/sec (siehe Abb. 1 u.Tab.3). Die Variationsweite läßt sich hier mit 12,3 m/sec etwas geringer als beim n.ulnaris bestimmen. Der arithmetische Mittelwert $\bar{x}$ liegt mit 62,69 m/sec um 6,16 m/sec höher als beim n.ulnaris. Der Median Z liegt bei 63,05 m/sec; die Standardabweichung liegt mit 3,57 m/sec um 1,0 niedriger als beim n.ulnaris, und auch der Variationskoeffizient VK ist mit 5,7 % niedriger als der analoge Ulnariswert. (Die statistischen Maßzahlen des n.medianus sind in Tab. 5 zusammengefaßt).
Die Leitgeschwindigkeitswerte des n.medianus sind im individuellen Vergleich der Probanden, wie schon der um 6,16 m/sec höhere Mittelwert erahnen läßt, bis auf 3 Fälle höher als die des n.ulnaris. In diesen drei Fällen ist die Differenz $NLG_{med.}$ minus $NLG_{uln.}$ negativ (siehe Tab.2) - im höchsten Falle um -4,8 m/sec; ansonsten sind die Medianusleitgeschwindigkeiten eindeutig über den entsprechenden des ulnaris gelegen, im höchsten Falle um 13,5 m/sec.

Die statistischen Maßzahlen, die aus den Meßwerten der distalen und proximalen Latenzen und den

beiden Distanzen der jeweiligen Nerven errechnet worden sind, sind in den Tab.4 und 5 zusammengefaßt.

Die Variationsweite der d i s t a l e n L a t e n z e n bei den Ulnarismessungen beträgt 1,3 msec in einem Streubereich von 2,7 bis 4,0 msec. Der Mittelwert liegt bei 3,26 msec, die Standardabweichung beträgt 0,37 msec, das ergibt einen Variationskoeffizienten von 11,4 %.
Beim n.medianus beträgt die Variationsweite der distalen Latenzen ebenso wie beim ulnaris 1,3 msec in einem Streubereich von 2,6 bis 3,9, und interesanterweise ist auch der Mittelwert der distalen Latenze mit 3,26 msec identisch mit dem der distalen Ulnarislatenze.
Als Standardabweichung läßt sich 0,32 errechnen, was einen Variationskoeffizienten von 9,8 % bedingt.

Die p r o x i m a l e n L a t e n z z e i t e n des n.ulnaris streuen in einem Bereich von 7,1 bis 9,5 msec, was eine Variationsweite von 2,4 msec bedingt. Der arithmetische Mittelwert liegt bei 8,4 msec, die Standardabweichung beträgt 0,69 msec, der VK 8,2 %.
Die Medianusmessungen ergeben hinsichtlich der proximalen Latenze eine Variationsweite von 2,9 msec innerhalb eines Streubereichs von 7,3 bis 10,2 msec.

Der arithmetische Mittelwert liegt mit 8,73 msec geringfügig über dem entsprechenden Ulnariswert. Die Standardabweichung von 0,75 läßt einen VK von 8,6 % errechnen.

Die distalen Entfernungen, d.h. die Distanzen zwischen distalem Reizort und Ableitelektrode, bewegen sich beim n.ulnaris in einem Streubereich von 10,0 cm bis 13 cm, das bedeutet eine Variationsweite von 3,0 cm. Ihr Mittelwert liegt bei 12,0 cm. Eine Standardabweichung von 0,76 cm und ein Variationskoeffizient von 6,3 % lassen sich errechnen. Beim n.medianus dagegen liegt der Schwankungsbereich der distalen Entfernungen zwischen 6,0 und 8,5 cm, was eine Variationsweite von 2,5 cm ausmacht. Ein Mittelwert von 6,78 cm, eine Standardabweichung von 0,78 und ein daraus resultierender VK von 11,5 % lassen sich errechnen.

Interessant ist es, an dieser Stelle einen Vergleich zwischen distalen Latenzen und distalen Entfernungen beider Nerven anzustellen: Obwohl die Distanzen zwischen distalem Reizort und Ableitelektrode beim n.medianus mit einem Mittelwert von 6,78 cm gegenüber den Ulnariswerten mit ihrem Mittel von 12 cm fast die Hälfte betragen, sind doch die distalen Latenzzeiten beider Nerven mit einem Mittelwert von

jeweils 3,26 msec, einer Variationsweite von 1,3 und ihren fast analogen Streubereichen (siehe Tab.3), identisch. Das bedeutet also, daß im Handbereich der Ulnaris beinahe doppelt so schnell leitet wie der Medianus, der für etwas mehr als die halbe oberflächlich gemessene Strecke dieselbe Latenzzeit benötigt. Die Ursache dafür dürfte mit großer Wahrscheinlichkeit an den anatomischen Verhältnissen im Nervenverlauf des Handbereichs liegen.

Die proximalen Entfernungen, also die Distanzen zwischen proximalem und distalem Reizort, verhalten sich wie folgt: Beim n.ulnaris läßt ein Schwankungsbereich von 25 bis 32,5 cm eine Variationsweite von 7,5 cm, einen Mittelwert von 28,9 cm, eine Standardabweichung von 2,08 und einen Variationskoeffizienten von 7,2 % errechnen.

Von 29 bis 38 cm,mit einer Variationsweite von 9,0 cm, variieren beim n.medianus die proximalen Entfernungen. Ihr Mittelwert liegt bei 34,15 cm; die Standardabweichung von 2,61 bedingt einen VK von 7,6 %.

Da in der klinischen Routinediagnostik die distale Latenz eine große Rolle spielt und im Folgenden untersucht werden soll, ob und in wieweit eine Korrelation zwischen distaler Latenzzeit und Entfernung des distalen Reiz-

punktes von der Nadelelektrode einerseits und der tatsächlichen motorischen Geschwindigkeit andererseits besteht, ist es sinnvoll, den Begriff der sog. "d i s t a l e n G e - s c h w i n d i g k e i t" einzuführen, definiert durch den Quotienten

$$\frac{\text{dist.Entfernung (= dist.Reizort bis Ableitelektrode}}{\text{distale Latenzzeit.}}$$

Es wäre ohne großen Sinn, auf der Suche nach einem korrelativen Zusammenhang die motorische Nervenleitgeschwindigkeit mit dem absoluten Wert der distalen Latenz zu vergleichen, da in ihm der Faktor der Distanz nicht repräsentiert ist, die der Reiz zu überbrücken hat. Um also zu der motorischen Leitgeschwindigkeit einen adäquaten Vergleichsparameter zu finden, wurde der obengenannte Quotient gebildet, der mit dem Begriff der "distalen Geschwindigkeit" definiert werden soll. Auf diese Weise findet ein Vergleich relativer Werte miteinander statt.
In den Tabellen 2 und 3 und Abb.2 sind die Werte dieser "dist. Geschw." festgehalten.

Die d i s t a l e n G e s c h w i n d i g - k e i t swerte des n.ulnaris haben bei einer Schwankungsbreite von 31,3 bis 48,2 m/sec eine Variationsweite von 16,9 m/sec aufzuweisen. Der arithmetische Mittelwert liegt bei 37,3 m/sec,

der Median Z bei 36.2 m/sec. Die Standardabweichung s beträgt 4,39, der VK 11,8 %.
Beim n.medianus haben wir, wie wir schon aus der Formel dist. Entfernung/dist. Latenz erwarten können, Geschwindigkeiten zu errechnen, die sich etwas über der Hälfte der Ulnariswerte bewegen, da, wie oben bereits erörtert, die distalen Distanzen des Medianus bei nahezu gleichen distalen Latenzen ,nur etwas mehr als die Hälfte der Ulnariswerte betragen.
Die Werte der "dist. Geschw." des n.medianus variieren von 17,1 bis 28,3 m/sec, das bedeutet eine Variationsweite von 11,2 m/sec bei einem Mittelwert von 21,0 m/sec. Der Median liegt bei 20,15 m/sec. Bei einer Standardabweichung von 3,05 ergibt sich ein Variationskoeffizient von 14,5 %.

In der Annahme, die empirisch gewonnenen Stichprobenwerte der motorischen Nervenleitgeschwindigkeit anamnestisch gesunder Versuchspersonen würden einer Grundgesamtheit entstammen, die sich als normalverteilt ansehen läßt, erstellten wir getrennt für den n.ulnaris und den n. medianus jeweils eine " n o r m i e r t e G a u ß ' s c h e K u r v e " (Abb. 3 und 4). Wir transformierten dabei die unterschiedlichen Formen der Normalverteilung auf e i n e Form, eben die obengenannte normierte Gauß'sche Kurve mit dem Mittelwert 0 und der Varianz 1, d.h. die Normalkurve hat die Ordinatenachse als Mitte.

Der zu diesem $\bar{x}$-Wert 0 gehörende y-Wert hat eine relative Dichte von 0.399. Um nun unsere irgendwie geartete Normalverteilung in diese Tabelle zu transformieren, berechnen wir für die bei uns in einer empirischen Arbeit aufgetretenen x-Werte nach der Formel

$$\frac{x - \bar{x}}{s} = u$$

einen Wert, den wir dann nachlesen können. Dieser u-Wert, der auch Standardpunktwert genannt wird (Standardmaßzahl), gibt uns im Grunde dann den s-Wert auf der transformierten Normalverteilung an; den dazugehörigen Ordinatenwert können wir aus der Tabelle der Ordinaten der Normalkurve entnehmen (nach E.Bode. Grundwissen in Statistik, Ernst Reinhardt Verlag München Basel).

Wir zeichneten also zuerst die normierten Gauß'schen Kurven getrennt für die Ulnaris - NLG und die Medianus - NLG und trugen dann in diese Kurven unsere transformierten Werte ein. Es sollten nur folgende prozentuale Anteile aller Werte in folgenden Bereichen liegen (s. E. Bode, Grundwissen in Statistik):

Im Bereich von	$\bar{x}$ + 1 s	liegen	34,13 % aller Werte
	$\bar{x}$ + 1,5 s	"	43,32 % " "
	$\bar{x}$ + 2 s	"	47,72 % " "
	$\bar{x}$ + 2,5 s	"	49,38 % " "
	$\bar{x}$ + 3 s	"	49,87 % " "
	$\bar{x}$ + 3,29 s	"	49,99 % " "
	$\bar{x}$ + ∞	"	50,00 % " "

und entsprechend gilt das Gleiche für den Minusbereich.

Bei den Ulnariswerten der NLG erhalten wir folgendes Ergebnis:

Im Bereich von $\bar{x}$ + 1 s liegen 3 Werte = 15 %
Im Bereich von $\bar{x}$ - 1 s liegen 7 Werte = 35 %

Das ergibt zusammen 50 % anstatt 68,26 für den Bereich $\bar{x} \pm 1$ s.
Im Bereich von $\bar{x} \pm 1{,}5$ s liegen bereits 19 Werte = 95 % anstatt 86,64 %.
Im Bereich von $\bar{x}$ + 2 s und $\bar{x}$ - 1,5 s liegen 100 % aller Werte.

Bei den Medianuswerten der NLG erhalten wir folgendes Ergebnis:

Im Bereich von $\bar{x}$ + 1 s liegen 7 Werte = 35 %
Im Bereich von $\bar{x}$ - 1 s liegen 5 Werte = 25 %

Das ergibt zusammen 60 % anstatt 68,26 für den Bereich $\bar{x} \pm 1$ s.

Im Bereich $\bar{x} \pm 1{,}5$ s liegen bereits 19 Werte = 95 % anstatt der geforderten 86,64 %.
Im Bereich von $\bar{x}$ - 2 s und $\bar{x}$ + 1,5 s liegen 100 % aller Werte.

Es ist natürlich problematisch mit 20 Werten jeweils eine Normalverteilung erstellen zu wollen. Die Forderung des Statistikers würde ein Vielfaches an Werten betragen, um eine Aussage fundieren zu können.

Alle unsere Werte scheinen jedoch in beiden Verteilungskurven relativ im Normbereich angesiedelt zu sein.

Das Grundproblem unserer Aufgabenstellung aber, ob und in wieweit korrelative Zusammenhänge zwischen den Meß- und errechneten -werten der beiden hier abgehandelten Nerven bestehen mögen, versuchten wir nun durch eine K o r r e l a t i o n s a n a l y s e zu klären.
Dies erfolgte sowohl auf rechnerischem Wege mit der bei metrisch skalierten Daten anzuwendenden Bestimmung des Pearson - Bravais'schen Maßkoeffizienten

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1)\, s_x s_y}$$

(nach G.Clauß/H.Ebner, Grundlagen der Statistik, Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1974), als auch zeichnerisch mittels der Erstellung von Korrelationsdiagrammen zur Darstellung bivariabler Verteilungen (siehe Abb. 5 - 9).

Die rechnerische Bestimmung korrelativer Zusammenhänge brachte folgende Ergebnisse: (s.auch Tab6)
a) zwischen mot. NLG des n.ulnaris und mot. NLG des n.medianus ergab sich ein Maßkoeffizient von r = 0.30
b) zwischen "distaler Geschw." des n.ulnaris und "distaler Geschw." des n.medianus ein r von 0,37.
c) zwischen mot. NLG des n.ulnaris und "distaler Geschw." des n.ulnaris ein r von -0,06.

d) zwischen mot. NLG des n.medianus und "dist. Geschw." des n.medianus ein r von 0,02.
und schließlich
e) zwischen distaler Latenz des n.ulnaris und distaler Latenz des n.medianus ein r. von 0.58.

Die hier errechneten Korrelationskoeffizienten müssen hinsichtlich ihrer Signifikanz mit der in der Literatur aufgeführten Tabelle verglichen werden.
In unserem Falle liegen sämtliche Korrelationskoeffizienten außer dem letztgenannten unterhalb des kritischen Grenzwertes, der bei einer Anzahl von 20 Variablen bei 0,444 liegt, und müssen somit als nicht signifikantes Ergebnis eingestuft werden.
Im einzelnen betrachtet bedeutet dies:

a) zwischen mot.NLG des Ulnaris und mot.NLG des Medianus ist keine signifikante Korrelation aufzuzeigen (r = 0,30).
b) zwischen den beiden sog. "distalen Geschw." des n.ulnaris und des n.medianus ist bei einem Maßkoeffizienten von 0,37 keine Korrelation nachweisbar.
c) zwischen mot. NLG des n.ulnaris und seiner sog. "distalen Geschw." ist bei einem r von - 0,06 absolut keine korrelative Beziehung vorhanden.
d) In gleicher Weise verhält sich die mot. NLG des Medianus zu seiner "dist.Geschw.".

Ein Maßkoeffizient von 0,02 verneint jeglichen korrelativen Zusammenhang.
Wir können also weder von Werten der mot. NLG des Ulnaris auf die motorischen Leitgeschwindigkeitswerte des Medianus schließen, noch von Werten der jeweiligen sog. "distalen Geschwindigkeiten" gegenseitige Zusammenhänge annehmen. Es läßt sich auch in keiner Weise von den sog. "distalen Geschwindigkeitswerten" eines Nerven - in denen ja die distale Latenz repräsentiert ist - auf seine motorische Nervenleitgeschwindigkeit schließen.

Getrennt betrachtet werden muß der oben unter e dokumentierte Wert, der aus dem Verhältnis beider distalen Latenzwertreihen zu einander rekrutierte Korrelationskoeffizient r von 0,58, der einen signifikanten korrelativen Zusammenhang aufzeigt.
Die weitergehende Interpretation dieser Ergebnisse der Korrelationsanalyse - vor allem des letztgenannten Koeffizienten - erfolgt in Bezug auf die hier vorliegende Problemstellung und die Natur der zugrundeliegenden Daten im nachfolgenden Diskussionsteil.
Auch weshalb die ursprünglich nach der Korrelationsanalyse in Betracht gezogenen Regressionsbestimmungen unterbleiben mußten, soll in der Diskussion erörtert werden.

IV. DISKUSSION

Die erste Zielsetzung unserer Untersuchung war, mit einer verfeinerten methodischen Anordnung, wie sie heute der Routinediagnostik zur Verfügung steht, die motorischen Nervenleitgeschwindigkeiten der nervi ulnaris und medianus bei 20 anamnestisch gesunden Versuchspersonen zu bestimmen.

Unsere Ergebnisse lagen durchwegs innerhalb der in der Literatur beschriebenen Variationsbreite früherer Autoren (vergleiche Tabelle 7).

Erneut wurden untere und obere Grenzwerte an einem Kollektiv von 20 Probanden bestimmt; die Streubreite unserer Werte ist im Vergleich zu den Angaben über Untersuchungen anderer Autoren eher geringer.

Um analoge Vergleichsparameter für eine Korrelationsanalyse zu gewinnen, führten wir den Begriff der "distalen Geschwindigkeit" ein, der den Quotienten:

$$\frac{\text{distaler Reizort bis Ableitelektrode}}{\text{distale Latenz}}$$

repräsentiert, um nicht mit den absoluten Werten der distalen Latenzzeiten operieren zu müssen.
Dabei fiel auf, daß die distalen Geschwindigkeitswerte des n.medianus fast nur die Hälfte der distalen Geschwindigkeitswerte des n.ulnaris ausmachen, während die motorischen Nervenleitgeschwindigkeiten des n.medianus sogar etwas

höher liegen als die des n.ulnaris.
Der Grund hierfür liegt in den Meßergebnissen, die für die Latenzzeiten des n.ulnaris denselben Mittelwert erbringen wie für die des n.medianus; innerhalb dieser Latenzzeiten sind aber beim n.ulnaris oberflächlich gemessen beinahe die doppelten Strecken zurückzulegen als beim n.medianus.
Diese Umkehrung der Geschwindigkeitsverhältnisse, die ein Artefakt der Berechnung darstellen, dürfte darauf zurückzuführen sein, daß im Handbereich eine effektive reale Messung der tatsächlichen Längen beider distalen Nervenanteile nicht möglich ist.

Von ursächlicher Bedeutung bei der Betrachtung der Verteilungsformen empirisch gewonnener Werte in biologischen Wissenschaftsbereichen ist ein Vergleich mit der Gauß'schen Verteilungsform.
In vielfältigen Untersuchungen ist nämlich die Gauß'sche Verteilungsform als die überwiegend gültige erkannt worden.
Die Analyse von Nervenleitgeschwindigkeiten würde eine Gauß'sche Verteilungsform ebenfalls erwarten lassen.
In unserer Untersuchung liegt für beide Nerven jeweils eine Stichprobe von 20 Versuchspersonen vor.
Die von der Seite des Statistikers zu stellende Frage diesbezüglich wäre, in wieweit die

auf Grund der 20 Probanden sehr eingeschränkte Zahl der Messwerte eine repräsentative Schätzung auf die Gesamtpopulation oder Grundgesamtheit erlaubt.
Statistisch gesehen ist diese Anzahl sicherlich äußerst problematisch, trotzdem ist ein Vergleich unserer gewonnenen Verteilungsform mit der zu erwartenden Gauß'schen Verteilungsform nicht unangebracht.
Wie bereits im Ergebnisteil formuliert, läßt sich - in wohlweislicher Kenntnis der statistischen Problematik - eine angenäherte Normalverteilung - durch Normierung auf Standardnormalverteilungsform - erkennen.

Schließlich führten wir eine Korrelationsanalyse durch:
Die Berechnung von Korrelationskoeffizienten erfolgte, um einen evtll. vorliegenden systemischen Zusammenhang zwischen den unterschiedlichen Parametern der beiden untersuchten Nerven zu erfassen.
Der zu Grunde liegende hypothetische Gedankengang ließ ein konstantes Verhältnis der NLG bzw. adäquater Parameter des n.ulnaris zu den entsprechenden Parametern des n.medianus vermuten.
Der vermutete Zusammenhang, der nicht unbedingt linearer Art sein muß, konnte aber
n i c h t signifikant festgestellt werden.

Auf Grund der zu niedrigen Korrelationskoeffizienten - nach Pearson-Bravais errechnet - war deshalb einer vorrangigen Prüfung eines linearen Zusammenhanges, der mit Hilfe von Regressionsberechnungen erfolgen sollte, die Basis entzogen.

Abweichend von den oben diskutierten, hinsichtlich evtl. bestehender Zusammenhänge negativer Erkenntnisse aus den durchgeführten Korrelationsberechnungen, fand sich ein e i n z i g e r signifikanter Zusammenhang, nämlich der Korrelationskoeffizient r = 0,58 aus dem Vergleich beider distaler Latenzen.
Dieses Resultat steht im Widerspruch zu den aus den übrigen Parametern erzielten Ergebnissen, denn wenn tatsächlich ein korrelativer Zusammenhang zwischen den distalen Latenzzeiten beider Nerven bestünde, müßte ebenso ein analoger Zusammenhang zwischen den motorischen Nervenleitgeschwindigkeiten beider Nerven postuliert werden, da die absoluten Werte der Latenzen (distal) in die Berechnungsformel für die motorische Nervenleitgeschwindigkeitserrechnung eingehen.
Insbesondere erbrachte der Korrelationskoeffizient zwischen den sog. "distalen Geschwindigkeiten" ebenso wenig ein signifikantes Ergebnis.
Der festgestellte Zusammenhang zwischen beiden

distalen Latenzwertreihen kann somit nicht in einen stringenten Bezug zu den zugehörigen errechneten "distalen Geschwindigkeiten" gestellt werden.
Da die "distalen Geschwindigkeiten" den objektiveren Kennwert darstellen - der Parameter der Distanz geht zusätzlich zur Latenz darin ein -, muß der signifikante Korrelationskoeffizient von 0,58 für den Vergleich beider distalen Latenze als Artefakt betrachtet werden.
Dies schließt eine weitergehende Klärung des genannten Zusammenhanges beider distalen Latenzen nicht aus.
Für die klinische Anwendung, wo der Wert der distalen Latenz in der Routinediagnostik oft als einzig gemessener Parameter zur Verfügung steht, ist eine sinnvolle Anwendung distaler Latenzwerte insofern gewährleistet, als unsere Untersuchungen - wie auch die früherer Untersucher - untere wie obere Normalgrenzwerte liefern und jeweils gemessene distale Latenzwerte dieser beiden Nerven sich in diese Normen einordnen lassen können.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Unter den Bedingungen der klinischen Routinemyographie wurden an 20 klinisch gesunden Versuchspersonen die motorischen Nervenleitgeschwindigkeiten der Nervi Ulnaris und Medianus bei Ableitung der Reizantwort mit einer konzentrischen Nadelelektrode bestimmt.

Die Durchschnittsgeschwindigkeit des n.ulnaris lag mit 56,53 m/sec, die des n.medianus mit 62,69 m/sec in dem von anderen Autoren angegebenen Schwankungsbereich.

Die Meßreihen beider Nerven ließen für die distalen Latenzzeiten einen identischen Mittelwert von 3,26 msec errechnen.

Eine statistische Korrelationsanalyse erbrachte keinen signifikanten korrelativen Zusammenhang zwischen den verschiedenen Parametern beider Nerven.

Insbesondere läßt sich auch keine Korrelation zwischen der in der sog. "distalen Geschwindigkeit" repräsentierten distalen Latenzzeit eines Nerven und seiner zugehörigen motorischen Nervenleitgeschwindigkeit erkennen.

VI. TABELLEN, ABBILDUNGEN, ANHANG

Tabelle 1 Meßwerte

				nervus ulnaris				nervus medianus			
	VP	A	G	dL	pL	dE	pE	dL	pL	dE	pE
1	H.G.	27	♂	3,1	8,2	13,0	27,5	3,2	7,9	7,5	31,0
2	A.O.	29	♂	4,0	9,5	12,5	28,5	3,8	10,2	6,5	37,0
3	H.E.	24	♂	3,1	8,3	10,0	32,5	3,2	8,9	6,0	36,0
4	N.N.	25	♂	2,9	8,3	12,0	28,0	3,8	9,6	7,0	36,5
5	R.K.	29	♂	3,0	9,1	12,5	30,5	3,2	9,5	7,0	35,0
6	R.H.	29	♂	3,3	8,2	11,5	29,5	3,2	8,1	6,5	32,5
7	W.A.	27	♂	3,3	7,5	11,5	27,0	3,0	8,1	6,0	31,5
8	M.P.	28	♀	3,6	8,4	11,5	26,5	3,5	8,3	6,0	31,0
9	H.H.	32	♂	2,9	8,0	12,0	31,0	2,8	8,4	6,5	33,0
10	M.P.	27	♀	3,0	7,7	11,0	26,0	3,3	8,2	6,5	29,0
11	A.M.	29	♂	3,2	8,1	12,5	30,5	3,0	8,3	8,5	36,0
12	W.H.	31	♂	3,5	9,0	12,5	28,5	3,2	9,1	8,5	35,0
13	W.S.	31	♂	3,4	9,2	12,5	30,5	3,1	9,4	7,0	38,0
14	A.B.	31	♂	3,7	9,2	13,0	30,0	3,3	8,8	6,5	35,5
15	W.S.	28	♂	2,9	7,1	12,0	26,0	3,3	8,0	6,0	31,5
16	J.T.	30	♂	3,3	8,7	11,5	28,0	3,4	8,6	6,0	34,0
17	M.P.	29	♀	2,7	7,4	11,0	25,0	2,6	7,3	6,0	31,0
18	H.A.	21	♂	3,5	9,4	12,0	32,0	3,9	10,1	7,0	38,0
19	J.F.	17	♂	4,0	8,9	12,5	31,0	3,4	9,3	8,0	34,5
20	W.G.	21	♂	2,7	7,7	13,0	29,5	2,9	8,4	6,5	37,0

VP = Versuchsperson
A = Alter
G = Geschlecht
dL = distale Latenz (msec)
pL = proximale Latenz (msec)
dE = Distanz zwischen distalem Reizort und Ableitelektrode (cm)
pE = Distanz zwischen proximalem Reizort und distalem Reizort (cm)

Tabelle 2 Motorische NLG u.sog."dist.Geschw." beider Nervi

VP	V_U	V_M	DV	Vd_U	Vd_M
1	53,9	66,0	12,1	41,9	23,4
2	51,8	57,8	6,0	31,3	17,1
3	62,5	63,2	0,7	32,3	18,8
4	51,9	62,9	11,0	41,4	18,4
5	50,0	55,6	5,6	41,7	21,9
6	60,2	66,3	6,1	34,9	20,3
7	64,3	61,8	-2,5	34,9	20,0
8	55,2	64,6	9,4	31,9	17,1
9	60,8	58,9	-1,9	41,4	23,2
10	55,3	59,2	3,9	36,7	19,7
11	62,2	67,9	5,7	39,1	28,3
12	51,8	59,3	7,5	35,7	26,6
13	52,6	60,3	7,7	36,8	22,6
14	54,5	64,5	10,0	35,1	19,7
15	61,9	67,0	5,1	41,4	18,2
16	51,9	65,4	13,5	34,9	17,7
17	53,2	66,0	12,8	40,7	23,1
18	54,2	61,3	7,1	34,3	18,0
19	63,3	58,5	-4,8	31,3	23,5
20	59,0	67,3	8,3	48,2	22,4

VP Versuchsperson
V_U motorische Leitgeschw.n.ulnaris (m/sec)
V_M motorische Leitgeschw.n.medianus (m/sec)
DV Differenz V_M-V_U (m/sec)
Vd_U "distale Geschw." n.ulnaris (m/sec)
Vd_M "distale Geschw." n.medianus (m/sec)

Tabelle 3 Zusammenstellung der Meßwerte und Leitgeschwindigkeiten der Größe nach geordnet.

	nervus ulnaris						nervus medianus					
	mot. NLG	dist. Geschw.	dL	pL	dE	pE	mot. NLG	dist. Geschw.	dL	pL	dE	pE
1	50,0	31,3	2,7	7,1	10,0	25,0	55,6	17,1	2,6	7,3	6,0	29,0
2	51,8	31,3	2,7	7,4	11,0	26,0	57,8	17,1	2,8	7,9	6,0	31,0
3	51,8	31,9	2,9	7,5	11,0	26,0	58,5	17,7	2,9	8,0	6,0	31,0
4	51,9	32,3	2,9	7,7	11,5	26,5	58,9	18,0	3,0	8,1	6,0	31,0
5	51,9	34,3	2,9	7,7	11,5	27,0	59,2	18,2	3,0	8,1	6,0	31,5
6	52,6	34,9	3,0	8,0	11,5	27,5	59,3	18,4	3,1	8,2	6,0	31,5
7	53,2	34,9	3,0	8,1	11,5	28,0	60,3	18,8	3,2	8,3	6,5	32,5
8	53,9	34,9	3,1	8,2	12,0	28,0	61,3	19,7	3,2	8,3	6,5	33,0
9	54,2	35,1	3,1	8,2	12,0	28,5	61,8	19,7	3,2	8,4	6,5	34,0
10	54,5	35,7	3,2	8,3	12,0	28,5	62,9	20,0	3,2	8,4	6,5	34,5
11	55,2	36,7	3,3	8,3	12,0	29,5	63,2	20,3	3,2	8,6	6,5	35,0
12	55,3	36,8	3,3	8,4	12,5	29,5	64,5	21,9	3,3	8,8	6,5	35,0
13	59,0	39,1	3,3	8,7	12,5	30,0	64,6	22,4	3,3	8,9	7,0	35,5
14	60,2	40,7	3,4	8,9	12,5	30,5	65,4	22,6	3,3	9,1	7,0	36,0
15	60,8	41,4	3,5	9,0	12,5	30,5	66,0	23,1	3,4	9,3	7,0	36,0
16	61,9	41,4	3,5	9,1	12,5	30,5	66,0	23,2	3,4	9,4	7,0	36,5
17	62,2	41,4	3,6	9,2	12,5	31,0	66,3	23,4	3,5	9,5	7,5	37,0
18	62,5	41,7	3,7	9,2	13,0	31,0	67,0	23,5	3,8	9,6	8,0	37,0
19	63,3	41,9	4,0	9,4	13,0	32,0	67,3	26,6	3,8	10,1	8,5	38,0
20	64,3	48,2	4,0	9,5	13,0	32,5	67,9	28,3	3,9	10,2	8,5	38,0
Var.	14,3	16,9	1,3	2,4	3,0	7,5	12,3	11,2	1,3	2,9	2,5	9,0

mot.NLG = motorische Leitgeschwindigkeit (m/sec.)
dist.Geschw.= "distale Geschwindigkeit" (m/sec)
dL = distale Latenz (msec)
pL = proximale Latenz (msec)
dE = Distanz zwischen distalem Reizort u.Ableitelektrode (cm)
pE = Distanz zwischen proximalem Reizort u.distalem Reizort (cm)
Var. = Variationsweite

Tabelle 4) Statistische Maßzahlen aus dem gewonnenen Datenmaterial errechnet

n.ulnaris

	mot.NLG (m/sec)	"dist.Geschwind." (m/sec)	dL (msec)	pL (msec)	dE (cm)	pE (cm)
Summe x	1130,5	745,9	65,1	167,9	240	578
Summe x^2	64318,69	28203,35	214,65	1419,03	2891,5	16790,5
arithmet. Mittelwert $\bar{x}$	56,53	37,3	3,26	8,4	12,0	28,9
Median Z	54,85	36,2	-	-	-	-
Variationsweite V	14,3	16,9	1,3	2,4	3	7,5
Standardabweichung s	4,57	4,39	0,37	0,69	0,76	2,08
Variationskoeffizient VK	8,1%	11,8%	11,4%	8,2%	6,3%	7,2%

dL = distale Latenz

pL = proximale Latenz

dE = Distanz zwischen distalem Reizort u.Ableitelektrode

pE = Distanz zwischen proximalem Reizort u.distalem Reizort

Tabelle 5) Statistische Maßzahlen aus dem gewonnenen Datenmaterial errechnet

n.medianus	mot.NLG (m/sec)	"dist.Geschwind." (m/sec)	dL (msec)	pL (msec)	dE (cm)	pE (cm)
Summe x	1253,8	420	65,1	174,5	135,5	683,0
Summe x^2	78855,42	9005,85	213,95	1533,79	930,25	23460,5
arithmetischer Mittelwert $\bar{x}$	62,69	21,0	3,26	8,73	6,78	34,15
Median Z	63,05	20,15	-	-	-	-
Variationsweite V	12,3	11,2	1,3	2,9	2,5	9
Standardabweichung s	3,57	3,05	0,32	0,75	0,78	2,61
Variationskoeffizient VK	5,7%	14,5%	9,8%	8,6%	11,5%	7,6%

dL = distale Latenz

pL = proximale Latenz

dE = Distanz zwischen distalem Reizort und Ableitelektrode

pE = Distanz zwischen proximalem Reizort und distalem Reizort

Tabelle 6)

Ergebnisse der Korrelationsberechnungen (Bestimmung der Korrelationen durch den Pearson-Bravais'schen Maßkoeffizienten r bei metrisch skalierten Daten nach der Formel

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1)\, s_x s_y} \quad)$$

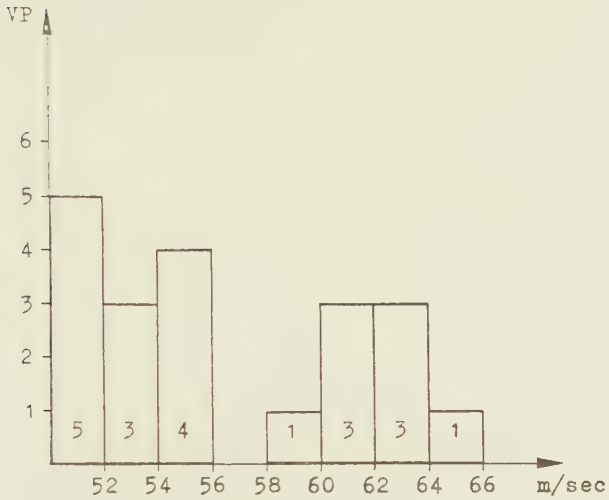
	Korrelation zwischen	r
a)	mot.NLG n.ulnaris und mot.NLG n.medianus	0,30
b)	"dist.Geschw." n.ulnaris und "dist.Geschw." n.medianus	0,37
c)	mot.NLG n.ulnaris und "dist.Geschw." n.ulnaris	-0,06
d)	mot.NLG n.medianus und "dist.Geschw." n.medianus	0.02
e)	distaler Latenz n.ulnaris und distaler Latenz n.medianus	0.58

Tabelle 7

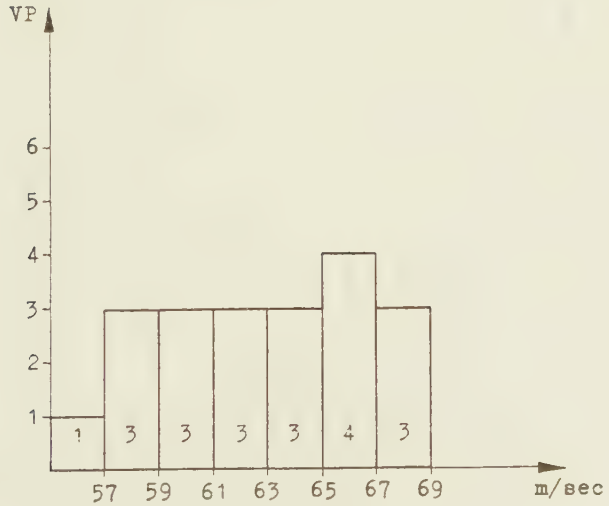
Ergebnisse der NLG - Messungen früherer Autoren

Autor	n.ulnaris	VP	n.medianus	VP
Hodes u.Mitarb. 1948	59		63 (60-66)	
Magladery u. Mc Dougal 1950	55 (45-68)	8	-	
Norris u.Mitarb.	58,5	50	-	
Bolzani 1954	58 (46-62,7)	7	-	
Henriksen 1956	-		58 (53-64)	14
Redford 1958	59 (47-80)	17	62 (52-79)	16
Thomas u.Mitarb. 1959	56,2 (49-65,6)	46	-	
Thomas 1960			58 (47,8-69,6)	25
Thomas u.Lambert 1960	60,0 (47-73)	188	-	
Lawrence u.Locke 1961	62,4 $\pm$ 1,44	53	59,1 $\pm$ 1,12	53
Mulder u.Mitarb. 1961	59,9 (45-75)	255	58,8 (45-70)	145
Andermann u.Mitarb.1961	59,5	10	64,3	15
Corbat 1961	52,3 (37-70)	50	-	
Hopf 1962	- (49-65)	20	-	
Mavor u.Libman 1962	60,0 (56-62,7)	9	64,3 (59,8-70,4)	15

Abb.1: Häufigkeitsverteilung der motorischen Nervenleitgeschwindigkeit

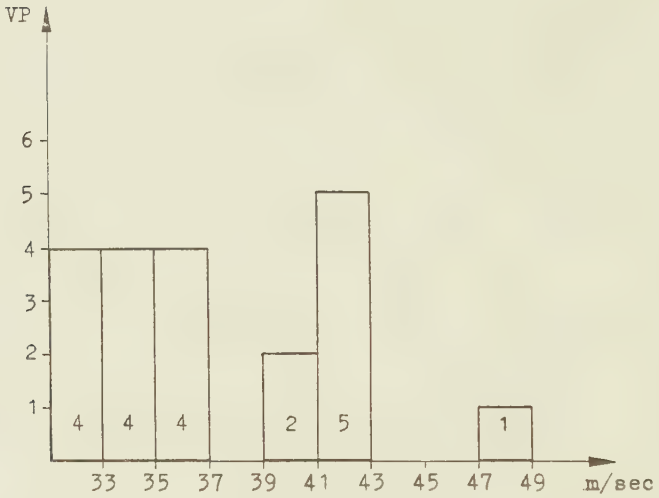


NLG nervus ulnaris (m/sec)

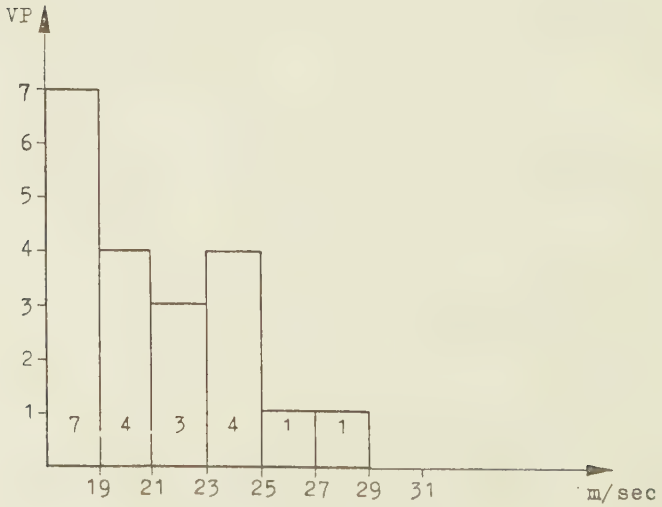


NLG nervus medianus (m/sec)

Abb.2: Häufigkeitsverteilung der sog."distalen Leit-Geschwindigkeit"



"dist.Geschw."nervus ulnaris



"dist.Geschw."nervus medianus

Abb.3: Normierte Gauß'sche Kurve der mot.NLG
des nervus ulnaris

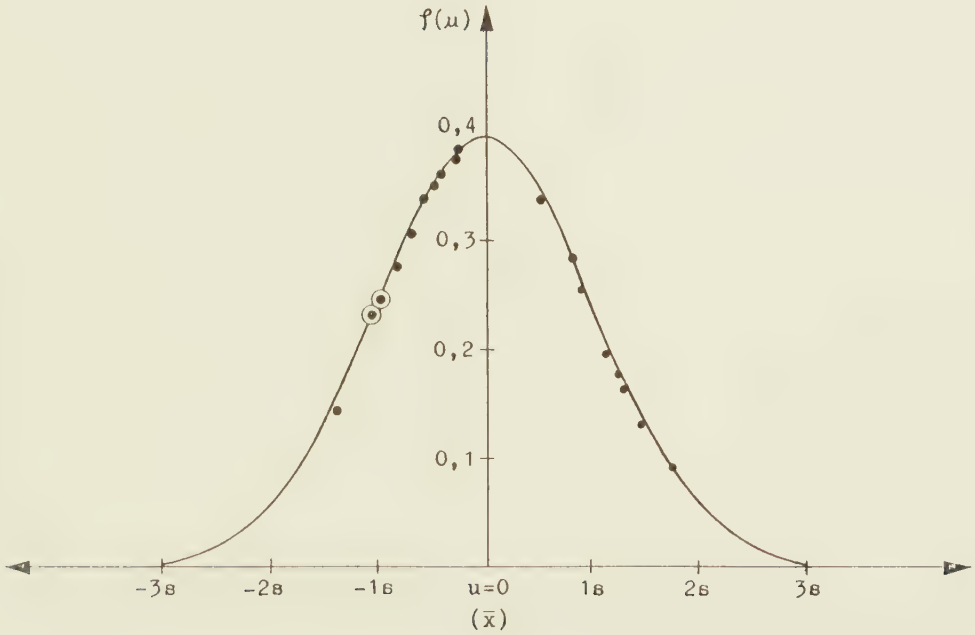


Abb.4: Normierte Gauß´sche Kurve der mot.NLG
des nervus medianus

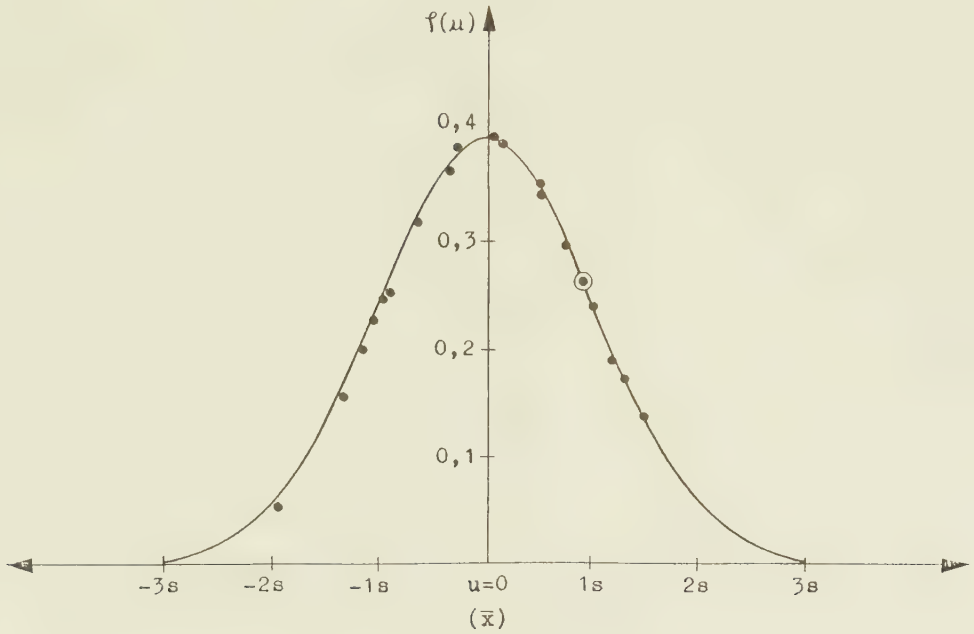


Abb.5: Korrelation zwischen mot.NLG des nervus ulnaris und mot.NLG des nervus medianus (r=0,30)

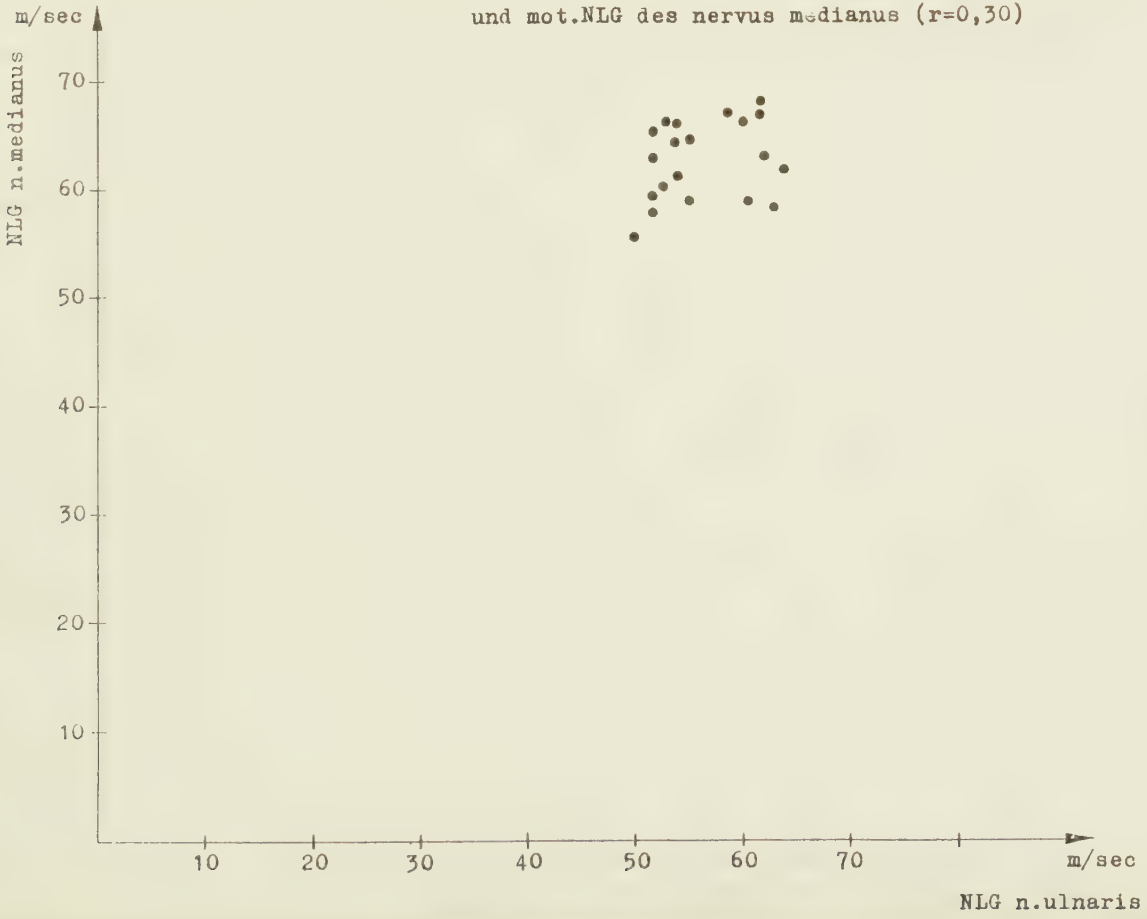


Abb. 6: Korrelation zwischen "dist.Geschw." des nervus ulnaris und "dist.Geschw."des nervus medianus(r=0,37)

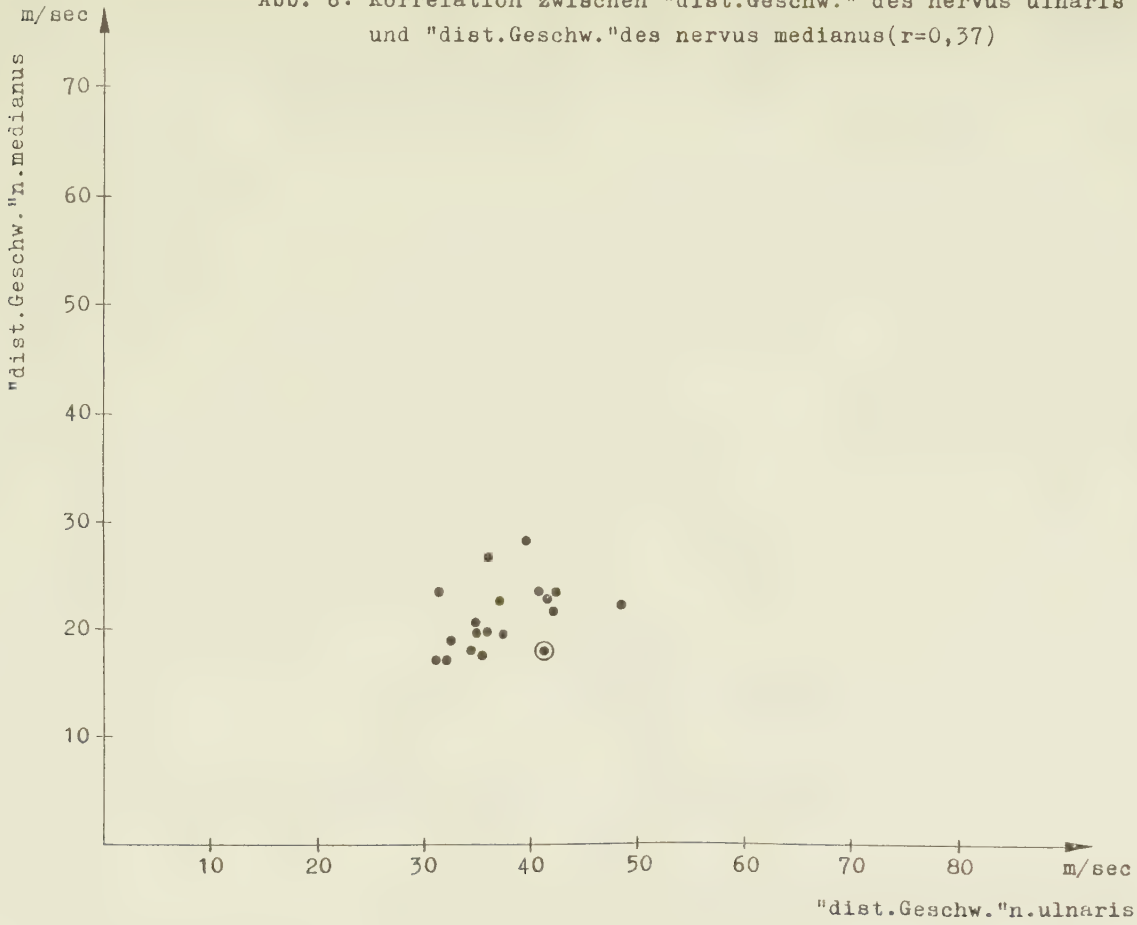


Abb.7: Korrelation zwischen mot.NLG des nervus ulnaris
und "dist.Geschw."des nervus ulnaris (r=-0,06)

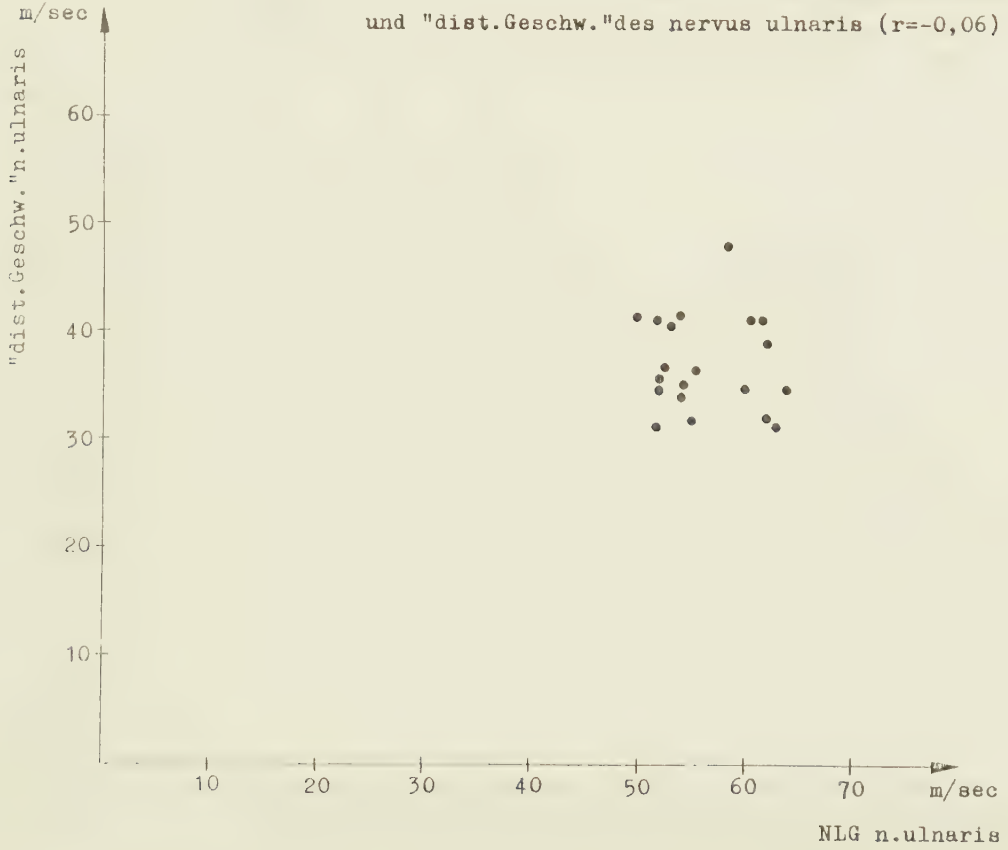


Abb.8: Korrelation zwischen mot.NLG des nervus medianus
und "dist.Geschw."des nervus medianus (r=0,02)

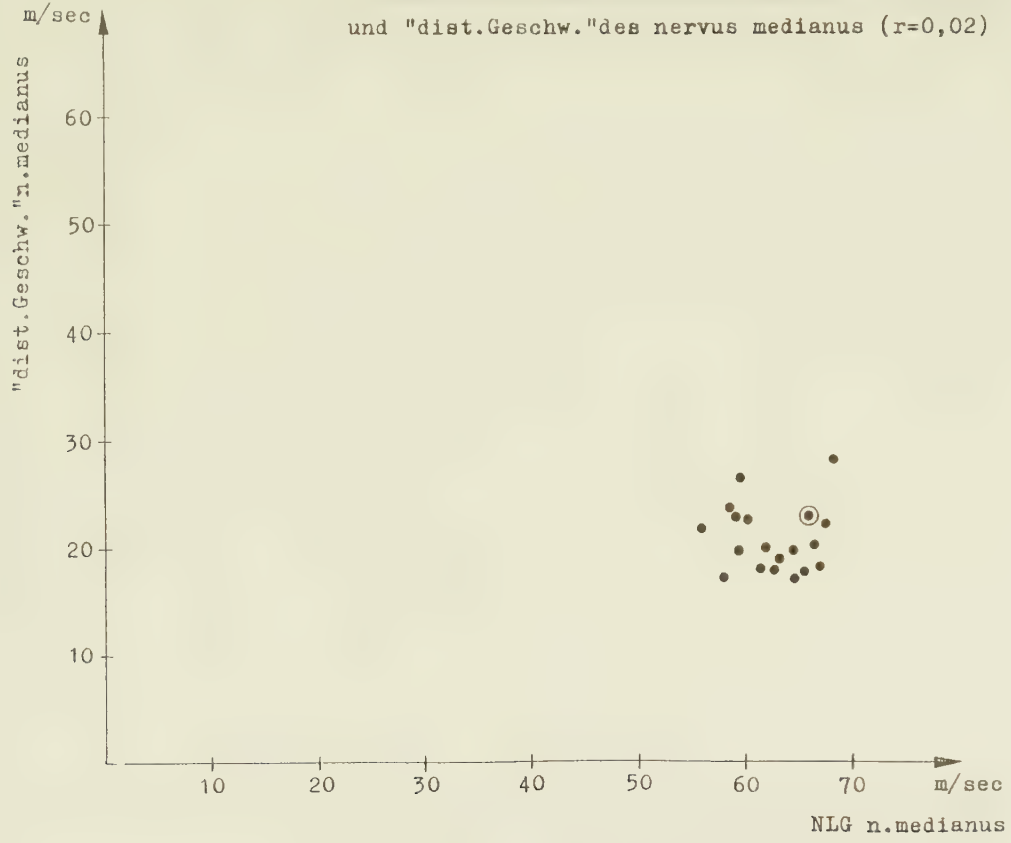
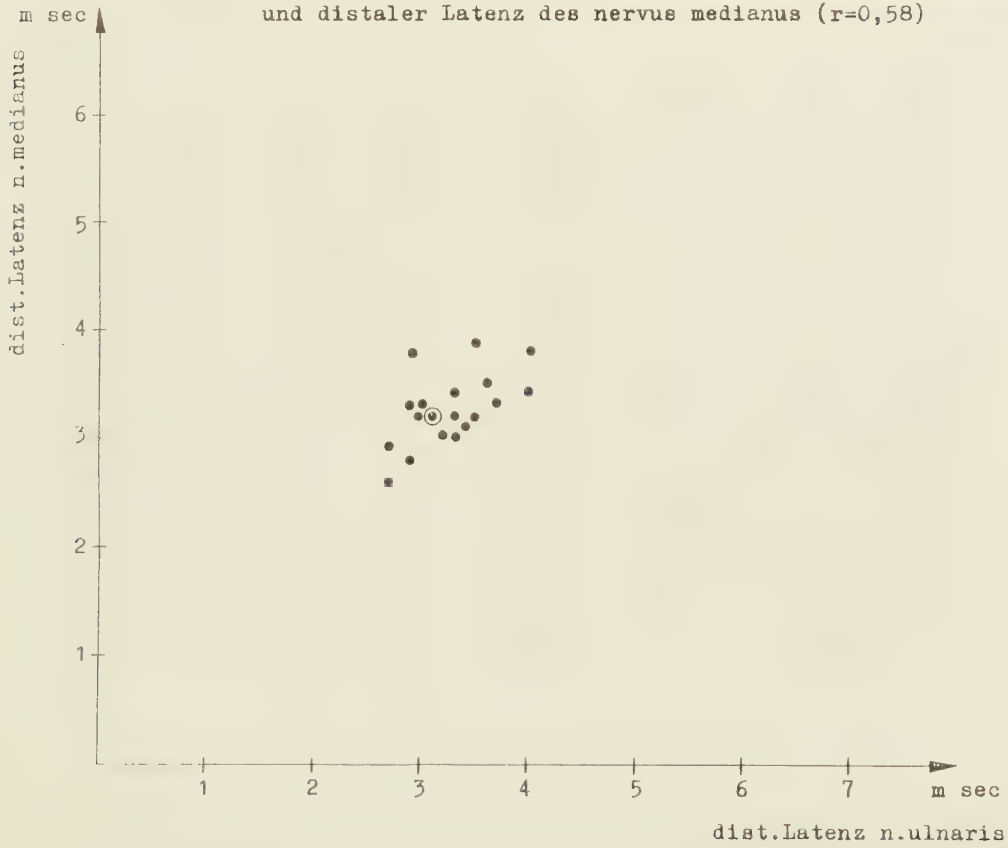


Abb.9: Korrelation zwischen distaler Late_z des nervus ulnaris und distaler Latenz des nervus medianus (r=0,58)



VII. LITERATURVERZEICHNIS

1. CORBAT, F.: Über Messungen der Leitgeschwindigkeit am peripheren Nerven und deren Verwertung in der Klinik. Dtsch. Z. Nervenheilk. 182 (1961) 652 - 657

2. EICHLER, W.: Über die Ableitung der Aktionspotentiale vom menschlichen Nerven, in situ. Z. Biol. 98 (1937) 182

3. ERLANGER, J. : Analysis of the action potential in nerve. Harvey Lectures 22 (1927), 90

4. ERLANGER, J., H. S. GASSER, : Electrical signs of nervous activity, 221 pp. Uni. of Pennsylvania Press, Philadelphia 1937

5. GILLIAT, R.W., H.V. GOODMAN, R.G. WILLISON: The recording of lateral popliteal nerve action potentials in man. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat. 24 (1961), 305

6. HELMHOLTZ, H. von, N. BAXT,: Versuche über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in den motorischen Nerven des Menschen. M.-Ber. Kgl.-Preuß. Akad. Wissensch. (1867), 234

7. HELMHOLTZ, H. von : Neue Versuche über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in den motorischen Nerven des Menschen, M.-Ber.Kgl.-Preuß. Akad.Wissenschaft. (1870), 184

8. HENRIKSEN, J. D.: Conduction velocity of motor nerves in normal subjects and in patients with neuromuscular disorders. Thesis, Graduate School, Univ. of Minnesota 1956

9. HODES, R., M.F. LARRABEE, W. GERMAN : The human electromyogram in response to nerve stimulation and the conduction velocity of motor axons. Arch. Neurol. Psychiat. (Chic) 60 (1948) 340 - 365

10. HOPF, H. C. : Untersuchungen über die Unterschiede in der Leitgeschwindigkeit motorischer Nervenfasern beim Menschen, Dtsch. Z. Nervenheilk. 183 (1962) 579 - 588

11. HOPF, H. C. : Das Electromyogramm bei Nervenreizung (Elektroneurogramm, ENG). Fortschr. Neurol. Psychiat. 31 (1963) 585 - 616

12. HUDSON, C.H., R.S. DOW : Motor nerve conduction velocity determination. A neurodiagnostic aid. Neurology (Minneap.) 13 (1963) 982 - 988

13. JOHNSON, E.V. K. J. OLSEN : Clinical value of motor nerve conduction velocity determination. J. Amer. med.Ass. 172 (1960) 2030 - 2035

14. LAHODA-ROSS-ISSEL : EMG-Fibel, Barth 1973 Frankfurt

15. LAWRENCE, D.G., S. LOCKE : Motor nerve conduction velocity in diabetes. Arch. Neurol. Psychiat. (Chic) 5 (1961), 483

16. MAGLADERY, J. W., D.B. Mc DOUGAL JR.: Electrophysiological studies of nerve and reflex activity in normal man, I.Bull. Johns Hopk. Hosp. 86 (1950), 265

17. MULDER, D.W., E.H. LAMBERT, J.A. BASTRON, R.G. SPRAQUE: The neuropathies associated with diabetes mellitus. Neurology (Minneap.) II (1961), 275

18. NEUNDÖRFER, B., C. ADLER : Vergleichende Elektroneurographische Untersuchungen mit Oberflächen- und Nadelelektroden. Z. EEG- EMG 3 (1972) 153 - 158

19. SKILLMAN, T.G., E.W. JOHNSON, G.J. HAMWI, H.J. DRISKILL : Motor nerve conduction velocity in Diabetes mellitus. Diabetes 10 (1961), 46

20. THOMAS, P.K., T. A. SEARS, R.W. GILLIAT : The range of conduction velocity in normal motor nerve fibres to the small muscles of the hand and foot. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat. 22 (1959) 175 - 181

21. VISSER, S. L. : A comparative study of various methods of determining the conduction velocity in peripheral motor nerves. Psychiat. Neurol. Neurochir.67 (1964) 477 - 483

22. WAGMAN, J. H., H.LESSE : Maximum conduction velocities of motor fibres of ulnar nerve in human subjects of various ages and sizes. J. Neurophysiol. 15 (1952), 235

Für die Überlassung des Themas und des Arbeitsplatzes möchte ich Herrn Prof. Dr. Schrader danken. Mein besonderer Dank gilt auch Herrn OA Dr. Ross für seinen fachlichen Rat und seine großzügige Unterstützung. Außerdem möchte ich mich ganz herzlich bei allen Versuchspersonen bedanken, die sich trotz anfänglicher Bedenken zur Verfügung gestellt haben.

Lebenslauf

Name:	Hans-Jürgen Höckele
Geboren am:	17. 1. 1949 in Wangen im Allgäu
Religion:	römisch-katholisch
Ausbildung:	1955 - 1959 Volksschule in Wangen 1959 - Gymnasium in Wangen 1967 Abitur 1968 Medizinstudium an der Ludwig Maximilians-Universität München 1977 Staatsexamen
Familienstand:	seit 1978 verheiratet

München, August 1980